Aus dem vet.-anatomischen Institut (Direktor Prof. Dr. H. Ziegler)
und der vet.-ambulatorischen Klinik (Dir. Prof. Dr. W. Hofmann)
der Universität Bern

Anatomisch-klinische Untersuchungen über die Punktions- und Anästhesiestellen des Rückenmarkes und über die Lage des Gehirns beim Rind

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

hohen veterinär-medizinischen Fakultät der
Universität Bern

vorgelegt von

Walter Weber, Tierarzt aus Grasswil
Prosektor des vet.-anatomischen Institutes
der Universität Bern

1942

Druck: Art. Institut Orell Füssli A.-G., Zürich

Aus dem vet.-anatomischen Institut (Direktor Prof. Dr. H. Ziegler)
und der vet.-ambulatorischen Klinik (Dir. Prof. Dr. W. Hofmann)
der Universität Bern

Anatomisch-klinische Untersuchungen über die Punktions- und Anästhesiestellen des Rückenmarkes und über die Lage des Gehirns beim Rind

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

hohen veterinär-medizinischen Fakultät der
Universität Bern

vorgelegt von

Walter Weber, Tierarzt aus Grasswil
Prosektor des vet.-anatomischen Institutes
der Universität Bern

1942

Druck: Art. Institut Orell Füssli A.-G., Zürich

Von der Fakultät auf Antrag von Prof. Dr. H. Ziegler zum Drucke genehmigt.

Bern, den 11. Dezember 1941.

Der Dekan:

Prof. Dr. A. Leuthold.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Separat-Abdruck aus dem
„Schweizer Archiv für Tierheilkunde". LXXXIV. Band, 5. Heft, 1942.

Anatomisch-klinische Untersuchungen über die Punktions- und Anästhesiestellen des Rückenmarkes und über die Lage des Gehirnes beim Rind.

Anlaß zu der vorliegenden Arbeit gab die immer mehr zur Anwendung gelangende Punktion des Rückenmarkkanales, sei es zu diagnostischen oder therapeutischen Zwecken. Ferner führte die Unkenntnis anatomischer Verhältnisse zur Notwendigkeit genauerer Untersuchungen. Die Angaben von E. Seiferle berücksichtigen weniger die uns hier interessierenden Operationsstellen als die Segmenttopographie des ganzen Rückenmarkes und die Arbeit von E. Frauchiger orientiert mehr in klinischer Hinsicht. Ein weiterer Grund bildete das Bedürfnis genauer anatomischer Angaben für das Buch von E. Frauchiger und W. Hofmann über „Die Nervenkrankheiten des Rindes", das inzwischen erschienen ist.

Technik. Das Vorgehen bestand in schichtenweisem Präparieren an mit Formalin fixierten Tieren, zunächst in der Hinterhaupts- und Lendengegend, um hier die Zugänglichkeit zum Rükkenmark klarzustellen, sodann in der Freilegung des ganzen Rückenmarkes und des Gehirns. Die verschiedenen Etappen wurden alle photographiert, jedoch können nur die wichtigsten Bilder übernommen werden.

Die Occipitalpunktion.

Anatomisches. Die Punktionsstelle in der Hinterhauptsgegend befindet sich handbreit, d. h. 8 bis 10 cm hinter dem Genickkamm (Crista nuchalis), genau in der Mediane. Die Einstichrichtung mit der Flügelkanüle erfolgt etwas schräg, d. h. von hinten oben nach vorne unten, so daß die Nadel mit der Senkrechten ungefähr einen Winkel von 10° bildet. Vor dem Einstich muß der Kopf des Tieres

gut und tief fixiert werden, wobei am Nacken, also an der Einstichstelle, keine Hautfalten entstehen sollen. Wie groß die Bedeutung dieser Vorkehren ist, wird später erklärt werden.

Unmittelbar unter der zähen Nackenhaut gelangen wir auf das kräftige Nackenband, das 3 cm unter der Crista nuchalis median an der Hinterhauptsplatte (Planum occipitale) inseriert. Die beiden Stränge der Nackenbandplatten sind hier zu einem 2 cm dicken und 1½ cm breiten Strang verwachsen. Diesem direkt untergelagert finden sich die dorsalen geraden Genickmuskeln (mm. recti capitis dorsales), deren oberste mediale Schicht die am Epistropheus entspringenden mm. recti capitis dorsales majores bilden (Abb. 1). Unmittelbar darunter verlaufen die mm. recti capitis dorsales minores mit Ursprung am dorsalen Atlasbogen. Alle diese Muskeln, die einen Höhendurchmesser von rund 5 cm aufweisen, setzen zusammen mit dem m. semispinalis capitis am Planum occipitale an. Bekanntlich sind die linken und die rechten Halsmuskeln dorsal durch die Nackenbandplatten getrennt. Im Bereiche der dorsalen gestreckten Genickmuskeln aber trifft das nicht mehr zu. An Stelle der Platten finden wir eine Bindegewebsschicht vor. Die erwähnten Muskeln setzen nicht nur am Planum occipitale an, sondern es enden auch Fasern vorher an obiger Trennungsschicht und verwachsen derart, daß sie nicht mehr getrennt werden können. Im Bereiche der Hinterhauptsplatte kann dieses intermuskuläre Septum kaum mehr wahrgenommen werden.

Direkt anschließend auf diese Halsmuskeln stoßen wir auf die Membrana atlanto-occipitalis (Abb. 1). Diese starke, ziemlich zähe, bindegewebige Membran überbrückt das Foramen atlanto-occipitale. Begrenzt wird diese Öffnung cranial durch das Planum occipitale, lateral durch die beiden Condyli occipitales des Hinterhauptsbeines und caudal durch den vordern Rand des dorsalen Atlasbogens. Nur cranial und caudal setzt sich die Membrana atlanto-occipitalis im Periost fort. Lateral dagegen geht sie untrennbar in die Gelenkkapseln der Atlanto-occipitalgelenke über. Die beiden medialen Condyliränder, die wie gesagt die seitliche Begrenzung des Foramen atlanto-occipitale bilden, sind beim erwachsenen Tier 3½ bis 4 cm auseinander. Der Längsdurchmesser dieses Foramens beträgt bei normaler Kopfhaltung bloß 2 cm, kann aber durch Beugung auf 3 cm erweitert werden.

Wir sehen, daß dieses Foramen eine beträchtliche Größe aufweist. Immerhin wird der Querdurchmesser noch durch den Umstand um 1 cm herabgesetzt, daß die Gelenkkapseln die beiden Condyli nach der medialen Seite hin um je einen halben cm überragen.

Unter der Membrana atlanto-occipitalis liegt die Dura mater des Rückenmarks, umgeben von einer zusammenhängenden, 3 bis 4 mm dicken Fettschicht. Das Fett, das alle Unebenheiten des Wir-

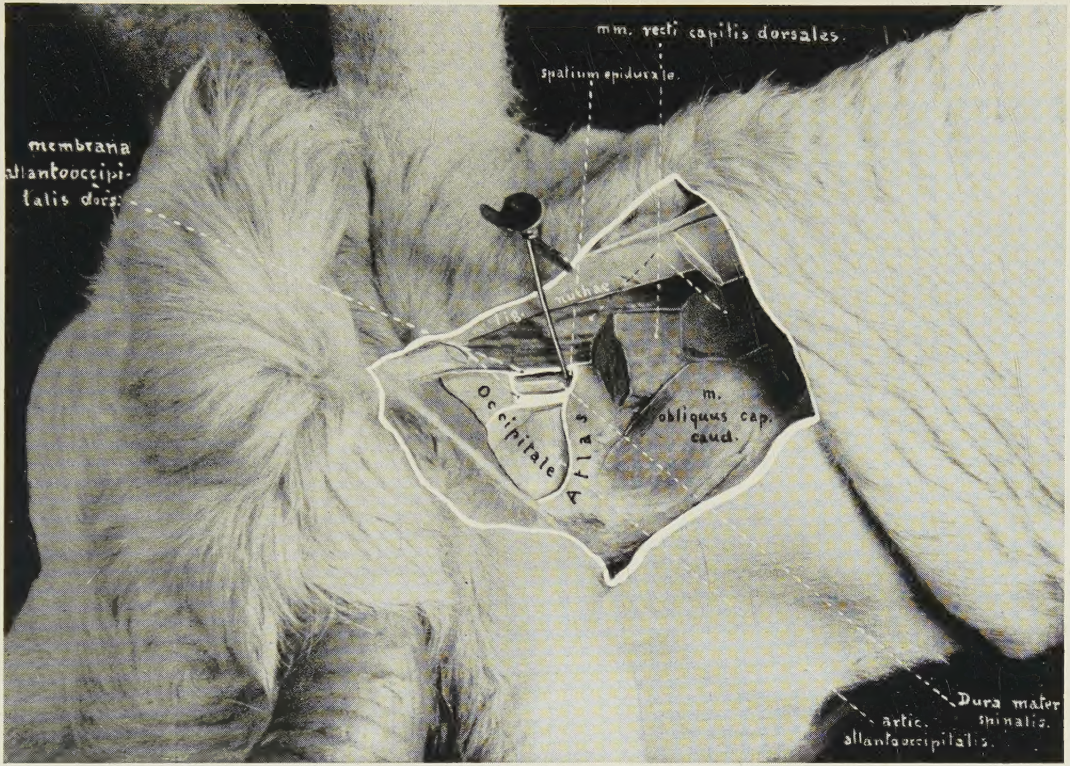

Abb. 1. **Dorsalansicht der Occipitalgegend.**

Die Haut, der Nackenbandstrang und die dorsalen Kopfhalsmuskeln der linken Seite sind entfernt. Unter den dorsalen geraden Halsmuskeln stößt man auf die, das Foramen atlanto-occipitale überbrückende Membran (Membrana atlanto-occipitalis). Diese ist z. T. entfernt, so daß die Dura mater im Rückenmarkskanal sichtbar wird. Die Nadel gibt die Lage der Occipitalpunktion an.

Abb. 2. **Freigelegte Hälfte von Gehirn und Rückenmark beim Rind.**

Groß- und Kleinhirn sind gut in der knöchernen Schädelkapsel versteckt. Um die Orientierung zu erleichtern, wurden die in der Abbildung bezeichneten Knochenstege belassen. Die Hinterflächen von Groß- und Kleinhirn bilden mit dem Rückenmark eine Gerade. Das Rückenmark ist bis zum 2. abgehenden Halsnerven durch teilweise Entfernung der Dura mater freigelegt. So wird die zysternenartige Erweiterung des Subarachnoidealraumes der Occipitalpunktionsstelle sichtbar. Der Pfeil deutet Lage und Richtung der Nadel an. Kleinhirn und verlängertes Mark werden durch die stark nach hinten ragende Occipitalplatte vor Verletzungen geschützt. Die Punktion erfolgt in der Höhe des ersten abgehenden Halsnerven.

belkanales, d. h. des Epiduralraumes ausfüllt und einen sehr guten Schutz gegen äußere Einwirkungen bietet, ist mit der Dura nur leicht verklebt. Das Fettgewebe haftet hauptsächlich an den segmental abgehenden Rückenmarksnerven. Entfernt man dieses Polster, so kommt die Dura mater als derber weißglänzender Strang zum Vorschein. Der Glanz rührt daher, daß die Dura nicht nur innen, sondern auch außen von einem Endothel überzogen wird. Das Duralrohr ist in diesem Bereiche des Wirbelkanales sehr geräumig; hat dieses im übrigen Teile des Kanales einen Durchmesser von 1,2 bis 1,6 cm, so erweitert es sich hier kegelförmig vom hintern Ende des Epistropheus an. Zwischen Epistropheus und Atlas beträgt der Durchmesser 2 cm, im Foramen atlanto-occipitale beinahe 3. Das Rückenmark dagegen erfährt bis zur Medulla oblongata eine kaum nennenswerte Dickenzunahme. Der Subarachnoidealraum wird hier an der Punktionsstelle gewissermaßen zu einem Arachnoidealsack. Die Arachnoidea liegt nämlich der Dura mater eng an, begleitet also stets diese und nicht die Pia mater, mit welcher sie jedoch durch ein feines Maschenwerk verbunden ist. Wird also die Entfernung von der harten zur weichen Rückenmarkshaut groß, so wird automatisch auch der Subarachnoidealraum groß. Somit bedeutet praktisch genommen der Subarachnoidealraum den Abstand von Dura mater zu Pia mater. Die Entfernung der beiden letztgenannten Rückenmarkshüllen beträgt mindestens 1 cm.

Unter der Dura, im Bereiche des Foramen atlanto-occipitale gelangen wir auf den Anfangsteil des Rückenmarkes (Abb. 2), mit den abgehenden ersten Halsnerven, deren Radices dorsales, die in einer Länge von 1,5 cm aus dem Sulcus lateralis dorsalis entspringen, sich zum Teil unter dem Planum occipitale befinden.

Die Distanz von der Haut bis in die Mitte des Subarachnoidealraumes mißt bei normaler Kopfhaltung 8½ cm. Durch Beugung des Kopfes wird diese Entfernung um ½ bis 1 cm verkürzt, da das Nackenband gespannt und zufolge seiner Elastizität dünner wird. Zudem verliert auch die Muskelschicht zwischen Nackenband und Foramen atlanto-occipitale durch Dehnung an Dicke.

Durch das Beugen des Kopfes wird ferner das Planum occipitale nach oben, d. h. vom Rückenmark weg verlagert, das Foramen atlanto-occipitale größer, aber die Dura wird nicht stärker gespannt. Sie heftet sich nämlich nicht am untern Ende des Planum occipitale, d. h. am Rande des Foramen magnum an, sondern etwa 1,2 cm weiter oben an der cerebralen Fläche des Hinterhauptsbeines (Abb. 2). Hier setzt sich die Rückenmarksdura einerseits als Gehirndura fort, anderseits verbindet sie sich, indem sie dorsal einen Fornix bildet, mit dem vordersten Ende des Wirbelkanalperiostes, das hier noch die Innenseite des Planum occipitale ein Stück weit überzieht. So erstreckt sich der Epiduralraum des Wirbelkanales 1 cm weit in die Schädelhöhle hinein.

Durch starke Beugung des Schädels wird infolge Hebelwirkung des Kopfes als zweiarmiger Hebel mit Drehpunkt im Occipitalgelenk das Planum occipitale samt Membrana atlanto-occipitalis gehoben. Das Rückenmark dagegen wird eher etwas gesenkt, da letzteres über die Gelenkswinkelung hinwegzieht, so daß es bei Beugung der Basis genähert, vom Dorsum dagegen entfernt werden muß. Der Arachnoidealraum wird dadurch dorsal erweitert.

Bei der Punktion können folgende Verletzungen entstehen:

a) In erster Linie kann das Rückenmark getroffen werden. Das kann bei ruhigen Tieren und bei langsamem Vorgehen vermieden werden.

b) Relativ leicht können die Wirbelblutleiter, die sog. Sinus columnae vertebralis angestochen werden. Diese sind die Fortsetzung des basilaren Sinussystems des Gehirns. Die stark verzweigten, ziemlich geräumigen Blutleiter passieren das Hinterhauptsloch, verlaufen dann links und rechts des Rückenmarkes zwischen dem Periost und der Dura mater.

c) Bei schlechter Beugung des Kopfes und auch bei starker Füllung der Gelenkkapseln können diese eröffnet werden.

Nicht verletzt werden können das Kleinhirn und das verlängerte Mark. Beide liegen unter dem Planum occipitale gut verborgen.

Nun möchte ich noch die Stelle der Occipitalpunktion beim Rind mit der Cysterna magna (Cysterna cerebello-medullaris) des Menschen vergleichen. Diese wird ventral abgegrenzt durch das verlängerte Mark, cranial durch das Kleinhirn, dorsal durch die Dura mater und caudal setzt sie sich ins Duralrohr fort. Dadurch, daß die untere Begrenzungslinie des Kleinhirns, welches ganz unter dem Großhirn gelegen ist, mit dem verlängerten Mark annähernd einen Winkel von 90° bildet und die Arachnoidea mit der Dura mater diesen Winkel überbrückt, entsteht die relativ große Cysterna magna.

Beim Rind bilden die Hinterflächen von Groß- und Kleinhirn mit dem untern Ende des verlängerten Markes nahezu eine Gerade (Abb. 2). Aus diesem Grunde schon ist eine so große Cysternenbildung wie beim Menschen nicht möglich. Ferner überragt das Planum occipitale das Kleinhirn in caudaler Richtung und reicht, wie schon angegeben wurde, bis zum ersten Halsnerven. Da nun die Dura mater mit der hirnseitigen Fläche des Planum occipitale unter Fornixbildung ansetzt, wird die Cysterna nochmals eingeschränkt. Immerhin ist eine deutliche cysternenartige Erweiterung des Subarachnoidealraumes im Bereiche des Überganges von Halsmark ins verlängerte Mark vorhanden, die wie beschrieben wurde künstlich erweitert werden kann. Der größte Unterschied liegt also darin, daß die dem Menschen entsprechende Cysterna beim Rind nicht punktiert werden kann, sondern der erweiterte Subarachnoidealraum am Anfang des Halsmarkes.

Klinisches. Nachdem die zähe Haut mit der Flügelkanüle durchstoßen ist, setzt sich der Nadel immer noch ein ziemlich starker Widerstand entgegen, der durch den Nackenbandstrang bedingt ist. Sobald die Nadelspitze dieses elastische Band passiert hat, geht das Vorschieben viel leichter, da wir auf die Muskelschichten stoßen, die bei mittlerem Nährzustand, wie erwähnt wurde, rund 5 cm dick sind. Genau genommen sollte man keine Muskeln verletzen, weil median die dünne Scheidewand liegt. Doch ist das Septum hier schon so schmal, daß man unweigerlich die Muskeln treffen muß. Stärkerer Widerstand macht sich nochmals geltend beim Durchdringen der Membrana atlanto-occipitalis. Es fehlen jetzt nur noch einige Millimeter, um in den Subduralraum zu gelangen. In diesem Moment nun ist es von Wichtigkeit, daß der Kopf tief gehalten wird. Dadurch fließt nämlich der Liquor infolge der Schwerkraft in die Hinterhauptsgegend, spannt so die Dura mater an, setzt dadurch die Gefahr des Ausweichens der harten Rückenmarkshaut vor der Nadelspitze bedeutend herab.

Die Punktion in der Lendengegend.

Anatomisches. Häufiger als die Occipitalpunktion kommt die Lumbalpunktion durch das Foramen lumbo-sacrale zur Anwendung. Die Einstichstelle ist am lebenden Tier gut palpierbar. Zieht man nämlich eine Gerade von einem Hüfthöcker zum andern, so schneidet diese Linie den letzten Lendenwirbeldornfortsatz. Zweifingerbreit hinter diesem Schnittpunkt liegt die Operationsstelle. Ferner ist der letzte Lendenwirbeldornfortsatz und das vordere Ende des Kreuzbeinkammes, zwischen denen man eingehen muß, ziemlich deutlich abtastbar.

Nach Freilegung der Haut stoßen wir auf eine kräftige Sehnenplatte, die Fascia lumbo-dorsalis. Zu beiden Seiten der Mediane bildet sie in diesem Bereiche den Ursprung für den m. glutaeus medius, der über die Crista iliaca nach hinten zieht. In der Mittellinie ist diese Fascie verwachsen mit dem sehnigen Ursprung des m. longissimus dorsi (Abb. 3), der am Kreuzbeinkamm, am Darmbeinkamm und an den Dornfortsätzen der Lenden- und letzten Brustwirbel entspringt. Er füllt in der Lendengegend den Raum zwischen Quer- und Dornfortsätzen oberflächlich aus. Der fleischige Teil liegt in der Lende infolge der starken Sehnenursprünge einige cm seitlich der Mittellinie. Die sehnigen Ansätze des Longissimus verbinden sich in der Lende mit dem Ligamentum supraspinale, welches die Dornfortsätze miteinander verbindet. Es ist aus diesem Grunde hier sehr kräftig ausgebildet.

Unter diesem Band liegt ein in wenig lockerem Bindegewebe

eingebetteter kleiner medianer Muskel, der m. interspinalis (Abb. 3), der also von einem Dornfortsatz zum andern führt. Die weitere mediane Fortsetzung nach unten bildet das Ligamentum interspinale (Abb. 3). Es verbindet die Dornfortsätze zwischeneinander bis an ihren Anfang am Wirbelbogen. Seine Bindegewebsfasern zeigen keine einheitliche Orientierung mehr, wie dies im Bereiche der Brustwirbel der Fall ist. Er weist eine Dicke von 1 bis 2 mm auf. Gegen den Rückenmarkskanal verjüngt es sich allmählich infolge der nach unten konvergierenden Dornfortsätze des letzten Lenden- und des ersten Kreuzbeinwirbels (Abb. 3).

Die tiefen, neben den Dornfortsätzen und ihren Zwischenräumen gelegenen Schichten, werden durch den m. multifidus dorsi gebildet, jener, der aus zahlreichen sehnig-fleischigen, kleinen Muskeln zusammengesetzt ist, die hier an den Gelenk- und Zitzenfortsätzen beginnen und, einige Wirbel überspringend, in cranio-dorsaler Richtung an den Processus spinosi endigen.

Das Foramen lumbo-sacrale wird von einer starken Membran, dem Ligamentum interarcuale überbrückt. In dieses Ligament geht das Ligamentum interspinosum über. Auch der Lumbosacraleingang wird, wie das Foramen atlanto-occipitale, ringsum von Knochen begrenzt. Vorn und hinten sind es die bereits erwähnten Dornfortsätze, wobei der des Kreuzbeines schräger verläuft als der des letzten Lendenwirbels. Auf der Seite bilden die Wirbelbogen mit ihren Gelenkfortsätzen den Abschluß. Der seitliche Durchmesser beträgt 1½ cm, der cranio-caudale 1 cm.

Auf das Ligamentum interarcuale folgt der Epiduralraum. Der knöcherne Kanal ist hier sehr geräumig, sein Durchmesser wird nur noch von demjenigen im Bereiche des Atlas übertroffen. In ihm liegt nun das vom Duralschlauch umhüllte Rückenmarksende, begleitet von den epidural verlaufenden Abschnitten der Sacralnerven, die durch die Foramina sacralia den Rückenmarkskanal verlassen (Abb. 4). Das schon stark verjüngte Duralrohr besitzt hier in der Höhe des Foramen lumbo-sacrale noch einen Durchmesser von kaum 1 cm. Der Abstand vom Ligamentum interarcuale bis zur Dura mater beträgt beim ausgewachsenen Tier ungefähr 8 mm, die Entfernung vom Duralschlauch bis zur Oberfläche des Rückenmarkes noch 3 bis 4 mm. Die ganze Distanz zwischen Haut- und Rückenmarksoberfläche mißt annähernd 9 cm.

Die konische Verjüngung der harten Rückenmarkshaut beginnt nach der Lendenschwellung (Intumescentia lumbalis) beim 3. bis 5. Lendenwirbel. Das spitz zulaufende Ende der Dura mater befindet sich zwischen 1. und 2. Sacralwirbel (Abb. 4).

Nach Eröffnen des Duralschlauches können wir das Verhalten des Rückenmarkes verfolgen. Die allmähliche Dickenabnahme des Markes, d. h. die Bildung des Conus medullaris beginnt nach der Intumescentia lumbalis, nach dem Abgang des letzten Lumbal-

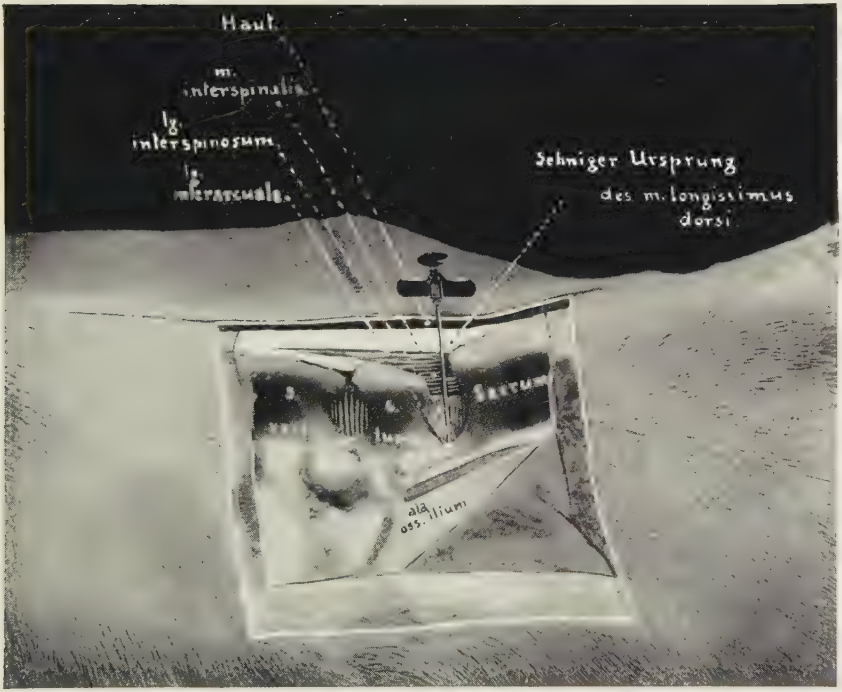

Abb. 3. **Lage der Nadel bei der Lumbalpunktion.**

Die Rückenmuskeln und die Bandmassen in der Gegend der Lumbalpunktionsstelle sind entfernt. Die Einstichstelle zwischen dem letzten Lendenwirbeldornfortsatz und dem vordern Ende des Kreuzbeinkammes ist deutlich sichtbar. Das nach unten sich konisch verjüngende lg. interspinosum geht in die noch angedeutete Membran (lg. interarcuale) über, die das Foramen lumbo-sacrale überbrückt, d. h. das Ende des eigentlichen Duralrohres und somit auch den Anfang der Cauda equina nach oben hin abschließt.

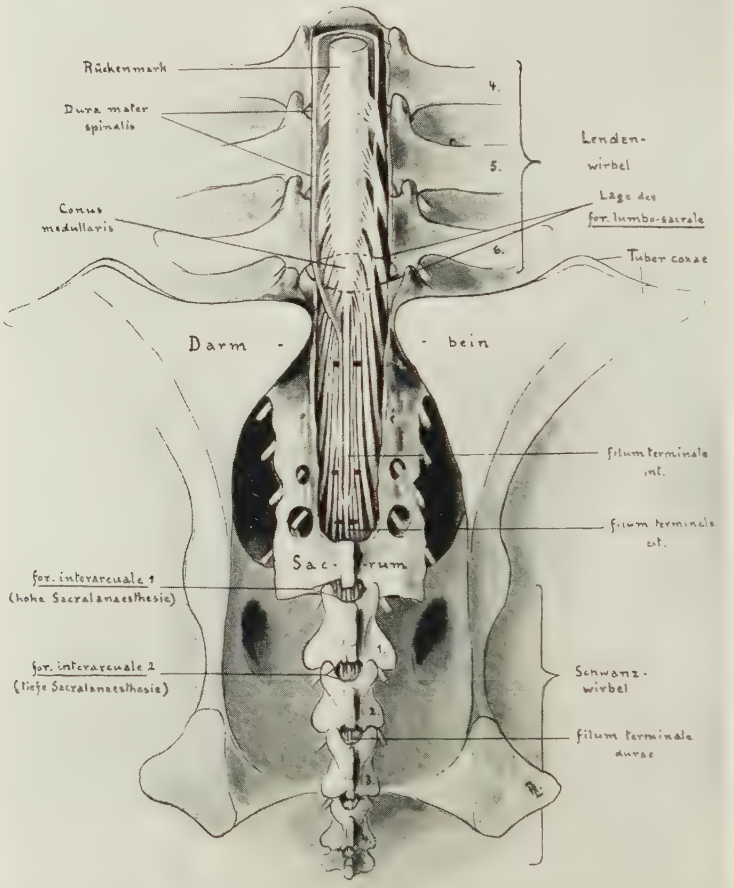

Abb. 4. **Dorsalansicht des Conus medullaris und der Cauda equina des Rindes.**

In der Lendengegend sehen wir das Ende des Rückenmarkes mit den abgehenden dorsalen Nervenwurzeln, die als Ventraläste links und rechts der Wirbelsäule nach Durchtritt durch die Zwischenwirbellöcher noch angedeutet sind. Links ist die Dura mater etwas nach außen gezogen, um den Durchtritt der Nerven durch die Dura besser erkennen zu können. Die Lage des Foramen lumbo-sacrale ist durch das punktierte Oval angezeigt. In dieser Gegend verlassen die Nerven das Rückenmark sehr zahlreich, so daß der Name Cauda equina seine volle Berechtigung hat. Das Kreuzbein, welches hinten noch durch einen dorsalen Bogen nach oben abgeschlossen ist, beherbergt neben den Sacral- und Schwanznerven ebenfalls das Filum terminale internum mit dem Duraende, das hier etwas nach der Seite hin erweitert ist, in vivo aber eng an das Filum anschließt. Durch die Zwischenbogenlöcher (Foramina interarcualia) der Schwanzwirbel sind die Caudalnerven mit dem Filum terminale durae sichtbar.

nerven. Der Durchmesser beträgt in der Mitte des Foramen lumbo-sacrale noch 3 bis 4 mm. Der Arachnoidealraum ist hier nicht nur mit Liquor angefüllt, sondern beherbergt zum größten Teil die 5 bis 8 cm weit subdural verlaufenden Sacral- und Caudalnerven. Alle Kreuz- und Schwanznerven bilden bekanntlich zusammen mit dem Conus und dem Filum terminale die Cauda equina, welche im Bereich des Foramen lumbo-sacrale subdural, nach Verlassen der Dura epidural im Wirbelkanal des Kreuzbeines verläuft. Der seitliche Abgang des letzten Schwanznerven aus dem Conus und damit der Beginn des Filum terminale, liegt im vorderen Abschnitt des ersten Kreuzwirbels (Abb. 4). In den von E. Seiferle untersuchten Fällen tritt der letzte Schwanznerv in der Höhe des Foramen lumbo-sacrale aus dem Conus aus. Sonst stimmen unsere Befunde mit denen von E. Seiferle überein.

Wie wir gesehen haben, befindet sich das Ende des Duralrohres zwischen dem 1. und 2. Sacralwirbel. Die Dura mater läßt sich aber vom Filum noch ablösen bis zum 4. Sacralwirbel (Abb. 4). Allerdings ist hier die Rückenmarkshülle eng an das Filum internum, in welches der Conus medullaris allmählich übergeht, angeschlossen, so daß praktisch kein freier Raum mehr vorhanden ist. Vom 4. Sacralwirbel an wird die Hülle feiner und geht untrennbar ins Filum terminale externum über, welches sich als Filum terminale durae bis zum 5. bzw. 7. Schwanzwirbel verfolgen läßt.

Andere Verhältnisse lagen bei einem zwei Monate alten Kalbe vor: Der Durchmesser des Duralschlauches betrug bis zum zweitletzten Lendenwirbel überall ungefähr 1 bis 1,2 cm, nahm dann an Weite zu und erreichte im Foramen lumbo-sacrale die größte Ausdehnung. Das Rückenmark, das vom letzten Lendenwirbel an sich verjüngte, lag somit hier in einer sack- oder zisternenartigen Erweiterung des Duralschlauches, der infolge Fehlen der Cerebrospinalflüssigkeit zusammengefallen und in Längsfalten gelegt war. Der Übergang von Conus medullaris ins Filum terminale lag hinter dem dritten Sacralwirbel.

Interessant sind ferner die Angaben, die für ein 10 Monate altes Kalb gegeben werden können: Die Intumescentia lumbalis lag zwischen zweitletztem und letztem Lendenwirbel, also weiter hinten als bei einem ausgewachsenen Tier. Die abgehenden Spinalnerven im Lendenmark verliefen nur eine kurze Strecke im knöchernen Wirbelkanal, dann traten sie durch die Zwischenwirbellöcher aus. Der Conus medullaris hatte auf der Höhe des Foramen lumbo-sacrale einen Durchmesser von 4 mm und ging am Ende des zweiten Sacralwirbels ins Filum terminale über.

Wir sehen also, daß bei diesen zwei jungen Tieren das Rückenmark weiter nach hinten reicht, als dies bei erwachsenen Tieren der Fall ist. Dies beweist uns, daß hier ein vollständiger Ascensus des Rückenmarkes noch nicht stattgefunden hat.

Klinisches. Verletzungen schwerer Art kommen bei der Lumbalpunktion kaum vor. Einzig wenn der Conus medullaris noch stark entwickelt ist, kann dieser getroffen werden und zu leichter Parese der Nachhand führen, die aber, wie unsere eigenen Erfahrungen zeigen, bald spontan abheilen.

Erfahrungsgemäß werden auch die Nerven der Cauda equina nicht verletzt. Sie sind rigide und dünn, weichen deshalb der Nadelspitze aus.

Um bei der Lumbalpunktion leichter Flüssigkeit zu erhalten, bringt man das Tier in eine geeignete Stellung. Durch Hochstellen vorn und durch Hochbinden des Kopfes wird der Arachnoidealraum durch vermehrten Druck der Cerebrospinalflüssigkeit in der Sacralgegend fester gefüllt und gespannt. Beim Einstechen beobachten wir nun zuerst einen großen Widerstand, der hervorgerufen wird durch die Haut und das sehr starke Ligamentum supraspinale. Sind diese beiden Schichten passiert, so gelangen wir mit geringem Druck leicht in die Tiefe, weil lediglich mehr oder weniger lockeres Bindegewebe zu durchdringen ist. Erst die das Foramen überbrückende Membran bietet der Nadel einen ziemlich gut wahrnehmbaren Gegendruck. Obschon das Foramen klein ist und durch den Umstand, daß die Tiere beim Einstechen den Rücken nach unten krümmen, noch enger wird, ist es gut zu treffen. Der Grund dafür liegt in der knöchernen Trichterbildung, durch welche man sich mit der Nadel leicht durchtasten kann.

Die Stellen der Epiduralanaesthesie (Sacralanaesthesie).

Weitaus am häufigsten wird in der Praxis die Epiduralanaesthesie vorgenommen. Es werden bekanntlich eine hohe und eine tiefe Epiduralanaesthesie unterschieden. Der Ort für die Einstichstelle der hohen Anaesthesie liegt zwischen dem Kreuzbein und dem ersten Schwanzwirbel, der für die tiefe zwischen dem ersten und zweiten Schwanzwirbel (Abb. 4).

Da die Beweglichkeit aller Schwanzwirbel groß ist, sind die beiden Eingangsstellen leicht zu finden. Man bewegt den Schwanz in senkrechter Richtung auf und ab und sucht mit einem Finger der andern Hand die Vertiefungen zwischen den Wirbeln, die durch die Bewegung entstehen. Der Abstand vom hintern Ende des letzten Kreuzbeindornfortsatzes bis zum Dornfortsatz des ersten Schwanzwirbels beträgt $1\frac{1}{2}$ cm, der zwischen dem ersten und zweiten sogar 2 cm. Unter der Haut, in der Mediane, stoßen

wir zunächst auf ein etwa ½ cm dickes, derbes Band, das die Dornfortsätze untereinander verbindet (Ligamentum supraspinale). Von diesem geht ein septumartiges lockeres Ligamentum interspinosum in die Tiefe bis auf das Band, welches den nichtknöchernen Teil des Wirbelkanals nach oben abschließt (Ligamentum interarcuale), im Prinzip also der gleiche anatomische Bau wie bei den andern Punktionsstellen, nur daß diese Bänder hier weniger differenziert und schlechter gegen die Umgebung abgegrenzt sind. Unmittelbar darunter treffen wir auf das Ende der Cauda equina des Rückenmarkes. Diese Nerven sind, wie das Rückenmark, in Fett eingebettet, jedoch viel spärlicher. Der Zugang zum Wirbelkanal ist oberflächlich, also zwischen den Dornen gleich weit wie in der Tiefe beim Foramen interarcuale. Die Einstichrichtung soll nach vorne erfolgen, um ein Durchstechen zwischen den Zwischenwirbelscheiben zu vermeiden. Beim Schrägeingehen stößt man auf den Wirbelkörperboden und hat so die Kontrolle des Richtigsitzens der Nadel. Der Abstand von der Haut bis in die Wirbelkanalmitte beträgt 2½ bis 3 cm, ist also ziemlich gering.

Hat man die Lösung richtig deponiert — wir gebrauchen 8 bis 15 ccm einer 1%igen Atoxicocainlösung — so schreitet die Wirkung rasch vorwärts. Zuerst beobachtet man sensible und motorische Lähmung des Schwanzes, dann folgt dessen Umgebung. Wird die Dosis erhöht, so stürzen die Tiere schließlich hinten zusammen. Nicht nur die Hintergliedmaßen, sondern auch der Uterus sind nun gelähmt.

Diese rasche Wirkung liegt nicht zuletzt im anatomischen Bau begründet. Der Wirbelkanal des Kreuzbeines ist nach vorne geneigt. Bei alten Kühen, wie z. B. bei der untersuchten, ist die Neigung eine beträchtliche, weil hier noch ein Senkrücken vorhanden ist. Auch der erste Schwanzwirbel zeigt noch diese Neigung, während der zweite horizontal verläuft. Je schräger nach vorne diese Neigung ist, desto rascher fließt die Lösung infolge der Schwere vorwärts. Vom Foramen lumbo-sacrale steigt dann der Wirbelkanal wieder langsam an. Da aber die Tiere in der Nachhand gelähmt werden, so muß die Lösung wenigstens den letzten abgehenden Lendennerven umspülen, da dieser Nerv bekanntlich zum Plexus ischiadicus gehört. Wahrscheinlich wird auch der zweitletzte Lendennerv, der n. femoralis, als Fixator des Kniegelenkes, erfaßt werden. Das kann jedoch ohne Versuche nicht festgestellt werden.

Es hat nun keine große Bedeutung, ob man die hohe oder die

tiefe Epiduralanaesthesie macht, was aus den geschilderten anatomischen Verhältnissen leicht ersichtlich ist.

Bei dieser Punktion des Wirbelkanals können praktisch keine Verletzungen mit nachteiligen Folgen eintreten. Höchstens kleine Blutgefäße werden mit der Nadel gelegentlich angestochen.

Zur Lage des Gehirns.

Um speziell die Lage des Gehirns in bezug zur Schädeloberfläche feststellen zu können, sollte eigentlich das ganze Schädeldach entfernt werden. Da sich makroskopisch aber beide Seiten gleich verhalten, begnügten wir uns mit der Freilegung der einen Hälfte.

1. Präparation von der Stirne aus. Die Freilegung erstreckte sich von der Crista nuchalis bis auf die Höhe der Augenbogen und von der Mediane bis zum lateralen Rand des Stirnbeines.

Unter der gegen 1 cm dicken Haut liegt der Stirnhautmuskel (m. frontalis). Er bedeckt die ganze Stirn- und Scheitelgegend und setzt sich in den Nasenhautmuskel fort. Anschließend folgt die äußere Knochenlamelle des Stirnbeines. Die nicht mehr als $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm dicke Knochenplatte bildet die dorsale Begrenzung der Stirnhöhle (Sinus frontalis). Letztere reicht von der nackenseitigen Begrenzung des Schädels bis zu den Augenbogen und setzt sich sowohl in die Hornfortsätze als auch ins Scheitelbein fort. Dieser große Raum ist durch zahlreiche Knochensäulen und -lamellen unterteilt, die die äußere und innere Knochenplatte des Stirnbeines in schräger und senkrechter Richtung miteinander verbinden. Durch diese labyrinthartige Konstruktion werden mehrere Stirnhöhlen gebildet und zudem erhält dadurch die relativ dünne äußere Knochenplatte des Stirnbeines eine solide Verstärkung. Es ist aus diesem Grunde sehr schwierig, die Lamina externa zu entfernen.

Die Lamina interna, durchschnittlich auch nicht dicker als $1\frac{1}{2}$ mm, ist ziemlich fest mit dem hirnseitigen Periost, das die äußere Lage der Dura mater encephali darstellt, verbunden. Die innere Knochenplatte paßt sich mehr oder weniger den Großhirnhemisphären an und erhält dadurch ein charakteristisches Aussehen. Sie gibt die Großhirnwölbung im Ganzen, wie auch das Bild der oberflächlichen Furchen und Windungen wieder.

Der geringste Abstand der beiden Knochenplatten, gemessen an verschiedenen Schädeln, schwankt zwischen 1,2 und 2,1 cm. Die Dicke der Dura mater, die nicht nur der innern Knochenlamelle, sondern auch dem Gehirn eng anliegt, beträgt gut 1 mm. Zählen wir nun noch die äußere Haut- und die Stirnhautmuskeldicke dazu, so erhalten wir rund 2,5 bis 3,4 cm. Die Stelle, an der somit die Großhirnhemisphäre der Schädeloberfläche am nächsten liegt, kann wie folgt ermittelt werden: Man zieht je eine Gerade vom lateralen

Augenwinkel zur gegenüberliegenden stirnseitigen Mitte der Hornbasis. Die median gelegene Kreuzungsstelle dieser Geraden zeigt uns nun die Höhe an, wo 1 cm seitlich die höchsten Punkte der beiden Großhirnhemisphären liegen müssen. Diese entsprechen jeweils dem Polus sagittalis der Großhirnhemisphären.

2. Präparation von der Seite aus. Diese bestand in der Entfernung von Muskeln, Fett und Knochenteilen im Bereich der Schläfengrube. Letztere ist beim Rind deutlich begrenzt durch den Jochbogen und verschiedene Knochenkämme, die später der Vollständigkeit halber erwähnt werden sollen.

Unter der Haut liegt zunächst das extraorbitale Fettpolster, welches den m. temporalis bedeckt. Er füllt den Rest der Schläfengrube aus, entspringt an der Wandung der Schläfengrube und endigt am Processus muscularis des Unterkiefers. Dieser Unterkieferfortsatz ragt in caudo-dorsaler Richtung so weit in die Schläfengrube hinein, daß er ein weiteres Vorgehen nach innen verunmöglicht, falls er nicht abgetragen wird. Er halbiert die Schläfengrube ziemlich genau in eine gleich große vordere und hintere Hälfte. Auf den m. temporalis folgt die knöcherne Begrenzung der Fossa temporalis, gebildet durch Teile des Stirn-, Scheitel- und Schläfenbeines. Es ist dies eine dünne Knochenplatte, die seitlich das Gehirn umgibt. Auch diese Knochenlamelle ist mit dem Periost des Hirnes ziemlich fest verbunden, kann somit nicht leicht entfernt werden. Zwecks besserer Orientierung wurden nun folgende Knochenstege belassen: der Jochbogen unten, die Crista temporalis hinten, die Crista frontalis externa oben und der Arcus orbitalis vorne (Abb. 2).

Wenn wir das zur Hälfte freigelegte Gehirn betrachten, so fällt uns zuerst seine relative Kleinheit auf. Der Eindruck wird dadurch verstärkt, daß das Stirnbein mit den Sinus aus biologischen Gründen sehr stark entwickelt ist.

Diese seitliche Darstellung gibt uns eine sehr gute Übersicht über die Lage des Großhirnes zum Kleinhirn und zum verlängerten Mark (Abb. 2), worüber schon berichtet wurde. Eine Eröffnung der Gehirnhöhle von der Seite her kommt wegen der Distanz und wegen der schlechten Zugänglichkeit nicht in Frage.

Wir sehen, daß beim Rind der Zugang zum Gehirn und erst recht zu den Ventrikeln dem Kliniker viel größere Schwierigkeiten bietet als bei Tieren mit einer einfachen Schädeldecke.

Zusammenfassung.

1. Bei der Occipitalpunktion gelangt man mit der Nadel in eine zysternenartige Erweiterung des Duralschlauchanfanges. Die Dura mater setzt nicht direkt am Rande des Foramen mag-

num an, sondern etwa 1 cm weiter oben an der cerebralen Fläche des Hinterhauptsbeines und bildet so einen Fornix. Die Punktionsstelle liegt im Bereiche des Rückenmarkanfanges, d. h. in der Ausdehnung des ersten abgehenden Halsnerven. Die Distanz von der Duraoberfläche bis zum Rückenmark beträgt bei gebeugter Kopfhaltung 1 cm, diejenige von der Hautoberfläche bis zum Rückenmark ungefähr 8 cm.

2. Durch das Foramen lumbo-sacrale gelangt man im Wirbelkanal auf das Ende des Rückenmarkes sowie auf dasjenige des Duralschlauches, der sich zwar noch verfolgen läßt bis zum 4. Sacralwirbel, bildet aber kein eigentliches Cavum subdurale mehr. An der Punktionsstelle besitzt das Duralrohr noch einen Durchmesser von annähernd 1 cm, der Conus terminalis bloß noch 3 mm. Der letzte abgehende Schwanznerv liegt in der Höhe des Kreuzbeinanfanges, bei noch nicht jährigen Tieren jedoch weiter hinten, so z. B. bei einem 2 Monate alten Kalbe im Niveau des 3., bei einem 10 Monate alten in der Höhe des 2. Sacralwirbels.

3. Die rasche Wirkung der Sacralanaesthesie beruht zum großen Teil darauf, daß das Kreuzbein und der erste Schwanzwirbel, in denen die Cauda equina liegt, nach vorne geneigt sind, so daß die zum Plexus ischiadicus führenden Nerven rasch umspült werden.

4. Die Zugänglichkeit zum Gehirn des Rindes ist von der Seite aus nicht möglich, da der Muskelfortsatz des Unterkiefers ein Vorgehen durch die Schläfengrube verunmöglicht.

Von der Stirne her bieten die Stirnhöhlen mit ihrem inkonstanten, knöchernen Trabekelsystem einer Eröffnung des Gehirnes große Schwierigkeiten. Der geringste Abstand von der Außenseite auf die Gehirnoberfläche schwankt zwischen 2,5 und 3,4 cm.

Literatur.

W. Ellenberger und H. Baum: Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere, 1932, 17. Auflage. — P. Martin und W. Schauder: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, 1934, III. Band, I. Teil. — E. Frauchiger: Über Rückenmarksdiagnostik bei Mensch und Pferd, Schweiz. Archiv für Tierheilkunde 1933, Band LXXV. — E. Ackerknecht: Das Zentralnervensystem im anatomischen Unterricht der Tierheilkunde, 1930. — H. Straßer: Über die Hüllen des Gehirns und des Rückenmarkes, Lyon 1901. — E. Seiferle: Zur Rückenmarkstopographie von Pferd und Rind. Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte. Band 110. 2. Heft, 1939.

Zum Schlusse möchte ich noch allen denjenigen, die dem Zustandekommen vorliegender Arbeit ihre Aufmerksamkeit schenkten, gebührenden Dank aussprechen, so vor allem meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. H. Ziegler für die Überlassung des Themas, sowie für seine Ratschläge und Mithilfe; Herrn Prof. Dr. W. Hofmann für die Beschaffung des Materials und die finanzielle Unterstützung; Herrn Prof. Dr. H. Hauser für die zahlreichen photographischen Aufnahmen.

Curriculum vitae.

Geboren am 4. März 1916 in Grasswil (Bern), verlebte ich meine Jugend auf dem väterlichen Hofe. Nach 5 Jahren Primarschule in meinem Heimatdorfe und 4 Jahren Sekundarschule in Wynigen trat ich ins Gymnasium Burgdorf über. Nach der Maturitätsprüfung im Jahre 1936 wurde ich Schüler der veterinärmedizinischen Fakultät in Bern, welche mir im Sommer 1941 das eidgenössische Diplom als Tierarzt erteilte. Am 1. Oktober 1941 wurde ich als Prosektor des veterinäranatomischen Institutes gewählt.